

**PRARANCANGAN PABRIK METIL LAKTAT DARI ASAM LAKTAT  
DAN METANOL KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi  
Strata Satu Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**TUNJUNG SETYAWAN**

**D500 120 026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PRARANCANGAN PABRIK METIL LAKTAT  
DARI ASAM LAKTAT DAN METANOL  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :

TUNJUNG SETYAWAN

D 500 120 026

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



ENI BUDIYATI, S.T., M.Eng.

NIK. 991

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRARANCANGAN PABRIK METIL LAKTAT  
DARI ASAM LAKTAT DAN METANOL  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

Oleh :

**TUNJUNG SETYAWAN**

**D 500 120 026**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 25 Oktober 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. Haryanto AR, M.S

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Eni Budiyati, S.T., M.Eng

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,

  
**Ir. Sri Sumarjono, M.T., Ph.D.**  
**NIK. 682**

#### **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Oktober 2016

Penulis,



**TUNJUNG SETYAWAN**

**D 500 120 026**

## PRARANCANGAN PABRIK METIL LAKTAT DARI ASAM LAKTAT DAN METANOL KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

### ABSTRAK

Metil Laktat merupakan produk yang digunakan sebagai bahan baku sintetis dalam bidang farmasi, bahan baku parfum (wewangian) dalam bidang kosmetik dan di bidang industri sebagai pembersih bahan elektronik, pembersih kaca, pelarut percetakan, pelarut plastik, pelarut cat dan bahan untuk insektisida. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan adanya peluang ekspor yang masih terbuka, maka dirancang pabrik Metil Laktat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dengan bahan baku Asam Laktat dan Metanol. Pabrik direncanakan berdiri di Bontang, Kalimantan Timur pada tahun 2020.

Proses pembuatan Metil Laktat digunakan dalam sebuah reaktor *CSTR* (*Continuous Stirred Tank Reactor*) yang berfungsi untuk mereaksikan bahan Asam Laktat dari pabrik Musashino Chemical di China dan Metanol dari PT. Kaltim Methanol Industri di Bontang, Kalimantan Timur dengan katalis Asam Sulfat dari PT. Indonesian Acids Industry di Bekasi, Jakarta Timur, pada fase cair-cair, dengan sifat reaksi *irreversible*, eksotermis, isothermal, *non adiabatic* pada suhu reaktor 100°C dan tekanan 2,4 atm. Konversi untuk reaksi ini adalah 75,75%. Menara distilasi yang berjumlah empat digunakan untuk memurnikan produk reaktor sehingga diperoleh kemurnian Metil Laktat sebesar 98,28% dengan pengotor 1,72% Asam Laktat dan 0,000081% Asam Sulfat. Kebutuhan Asam Laktat untuk pabrik ini sebanyak 1.428,79 kg/jam dan kebutuhan Metanol sebanyak 512,23 kg/jam. Produk berupa Metil Laktat sebanyak 1.861,34 kg/jam. Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air, *steam*, udara tekan, tenaga listrik dan bahan bakar. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk serta bahan buangan pabrik. Kebutuhan air sungai sebagai pendingin sebesar 69.041,36 kg/jam, penyediaan *steam* sebesar 1.805,16 kg/jam, kebutuhan udara tekan sebesar 5,26 kg/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan satu buah generator sebagai cadangan, kebutuhan solar sebesar 0,22 m<sup>3</sup>/jam.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift* yang berjumlah 171 orang. Pabrik Metil Laktat ini beresiko rendah dengan modal tetap sebesar Rp 300.603.870.789,76 dan modal kerja sebesar Rp 100.127.930.222,16. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 96.539.200.568,50 per tahun dan setelah dipotong pajak sebesar Rp 67.577.440.397,95 per tahun. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 32,12% dan setelah pajak 22,48%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak adalah 2,37 tahun dan setelah pajak 3,08 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 44,4% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 23,79%. *Internal Rate of Return (i)* sebesar 41,5%. Berdasarkan hasil perhitungan teknis dan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, maka pabrik Metil Laktat dengan kapasitas 15.000 ton per tahun layak untuk didirikan.

*Kata kunci: asam laktat, esterifikasi, metil laktat*

## ABSTRACT

Methyl Lactate is a product that is used as a synthetic raw material in the fields of pharmaceutical, perfume raw materials (fragrance) in the field of cosmetics and in the field of electronic materials industry as a cleaner, glass cleaner, solvent printing, plastic solvents, paint solvents and materials for insecticides. To meet domestic needs and their export opportunities that are still open, the plant is designed with a capacity of Methyl Lactate 15,000 tons / year with the raw material of Lactic Acid and Methanol. The factory is planned to stand in Bontang, East Kalimantan in 2020.

The process of making methyl lactate used in a reactor CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor), which serves for reacting lactic acid material from a factory in China and Musashino Chemical Methanol from PT. Kaltim Methanol Industry in Bontang, East Kalimantan with sulfuric acid catalyst of PT. Indonesian Acids Industry in Bekasi, East Jakarta, on a liquid-liquid phase, with the irreversible nature of the reaction, exothermic, isothermal, non-adiabatic reactor at a temperature of 100 ° C and a pressure of 2.4 atm. Conversion for this reaction was 75.75%. Distillation tower that consists of four used to purify the product of the reactor in order to obtain methyl lactate purity of 98.28% with 1.72% impurities 0.000081% Lactic Acid and Sulphuric Acid. Lactic acid requirement for this plant as much as 1428.79 kg / h and needs Methanol as much as 512.23 kg / hour. Products such as methyl lactate as much as 1861.34 kg / hour. A support unit includes unit procurement process plant water, steam, compressed air, electricity and fuel. The factory is also supported by laboratories that control the quality of raw materials and products as well as plant waste material. River water as cooling needs of 69041.36 kg / hour, the supply of steam at 1805.16 kg / h, the compressed air requirement of 5.26 kg / hour, demand for electricity is obtained from the PLN and one as a backup generator, the solar requirement by 0, 22 m<sup>3</sup> / h.

The form of the selected company is a Limited Liability Company (PT). Systems based on the division of employees working hours of employees shift and non-shift which numbered 171 people. Methyl Lactate factory is at low risk with a fixed capital of Rp 300,603,870,789.76 and working capital of Rp 100,127,930,222.16. Profit before tax of Rp 96,539,200,568.50 per year and after taxes amounting to Rp 67,577,440,397.95 per year. From the calculations, the value of the Return On Investment (ROI) before tax after tax 32.12% and 22.48%. Pay Out Time (POT) before tax is 2.37 years and 3.08 years after tax. Break Even Point (BEP) amounted to 44.4% and Shut Down Point (SDP) amounted to 23.79%. Discounted Cash Flow (DCF) of 41.5%. Based on the calculation of technical and economic evaluation has been done, the plant Methyl Lactate with a capacity of 15,000 tons per year eligible to be established.

*Keywords: lactic acid, esterification, methyl lactate*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sejalan dengan berkembangnya teknologi dan industri di Indonesia, pemerintah berupaya meningkatkan pertumbuhan industri kimia yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pemanfaatan sumberdaya alam yang ada, menciptakan lapangan pekerjaan, mendorong perkembangan industri lain. Kebijakan pemerintah dibidang industri, terutama didirikannya pabrik-pabrik kimia di Indonesia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dengan negara lain dan peningkatan devisa negara. Pabrik metil laktat merupakan industri kimia bernilai tinggi.

Selama ini kebutuhan metil laktat di Indonesia masih di datangkan dari luar negeri. Hal ini disebabkan karena belum adanya pabrik metil laktat di Indonesia. Metil laktat dengan rumus molekul  $\text{CH}_3\text{CHOHCOOCH}_3$  merupakan senyawa turunan ester. Dengan didirikannya pabrik metil laktat ini maka dapat memacu pendirian industri lain yang menggunakan bahan baku metil laktat terutama industri plastik, cat dan selulosa. Mengurangi impor metil laktat yang berarti akan menghemat devisa negara. Memperluas lapangan pekerjaan sehingga ikut mengatasi masalah pengangguran yang dari tahun semakin meningkat.

### **1.2 Kapasitas Pabrik**

Dari tahun ke tahun kebutuhan Metil Laktat di Indonesia terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Impor-Ekspor dari tahun 2010 – 2013 dapat diketahui jumlah kebutuhan metil laktat di Indonesia. Dari Tabel 1.1 dapat dilihat kebutuhan Metil Laktat di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat. Dari pertimbangan di atas, maka dirancang pabrik metil laktat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun. Berikut ini adalah tabel data jumlah impor metil laktat di Indonesia :

Tabel 1.1 Data Impor Metil Laktat di Indonesia.

Tahun	Jumlah (Ton)
2010	2296,089
2011	2452,642
2012	3159,633
2013	3363,437

Sumber : (BPS, 2015)

### **1.3 Lokasi Pabrik**

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang besar terhadap kelangsungan operasional dan nilai ekonomis pabrik itu sendiri. Banyak faktor yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam menentukan lokasi suatu pabrik pada umumnya ditetapkan atas dasar orientasi bahan baku dan orientasi pasar. Lokasi pabrik metil laktat ditetapkan di Bontang, Kalimantan Timur

### **1.4 Tinjauan Pustaka**

Pembuatan metil laktat dalam skala industri berasal dari metanol dan asam laktat dengan proses esterifikasi. Hanya bahan baku asam laktat yang digunakan mempunyai kemurnian berbeda, yaitu dengan menggunakan asam laktat 90% dan asam laktat 44%. Dengan menggunakan asam laktat 40% perbandingan mol bahan baku antara metanol dan asam laktat adalah 8 : 1. Katalis asam sulfat yang digunakan di atas 0,5% berat umpan yang masuk reaktor dengan suhu operasi antara 60-100°C. Dengan kemurnian asam laktat 44% berarti pada awal reaksi sudah terdapat air dalam jumlah yang banyak. Hal ini menyebabkan reaksi hidrolisa yang merupakan kebalikan dari reaksi esterifikasi lebih mudah terjadi. Selain itu kandungan air cukup banyak akan melibatkan suhu reaksi lebih tinggi dan karena waktu reaksi lebih lama akan menyebabkan dekomposisi dari bahan baku. Sedangkan, apabila menggunakan asam laktat 90% yaitu asam dengan kemurnian yang tinggi, perbandingan bahan baku antara metanol dan asam laktat adalah 4 : 1, dengan penggunaan katalis asam sulfat yaitu 1% berat umpan yang masuk reaktor. Suhu reaksi antara 25-100°C. Kemurnian produk metil laktat yang didapat adalah 98% (Troupe and Kobe, 1950).



Di antara dua proses esterifikasi di atas yang dipilih adalah proses esterifikasi dengan menggunakan asam laktat 90% dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Proses pemurniannya lebih pendek karena kemurnian bahan baku yang tinggi.
- b. Volume reaktor lebih kecil karena bahan yang diumpankan lebih sedikit sehingga harga alat lebih murah.
- c. Tidak perlu suhu tinggi dan waktu yang lama karena kandungan air dari bahan yang cukup kecil, sehingga lebih efisien.

### 1.5. Kegunaan Produk

Kegunaan metil laktat antara lain sebagai *solvent* untuk nitroselulosa, selulosa asetat, selulosa *acetopropionat*. Metil laktat sangat cocok digunakan untuk mencuci material logam dan komposit seperti solder *flux* pada PCB (Printed Circuit Board). Dalam kosmetik metil laktat lebih banyak dipakai sebagai pelarut karena sifatnya yang aman dan baik bagi kulit. Pada pembuatan pernis metil laktat memberikan kontribusi berupa keberagaman campuran, aliran yang bagus dan tahan cuci ([www.musashino.com](http://www.musashino.com)).

## 2. DESKRIPSI PROSES

### 2.1 Dasar Reaksi

Reaksi esterifikasi antara asam laktat dan metanol adalah reaksi substitusi suatu gugus radikal organik dengan ion hidrogen yang berasal dari asam. Berikut adalah reaksi yang terjadi pada pembentukan metil laktat:



### 2.2 Kondisi Operasi

Ditinjau dari segi kinetiknya, reaksi esterifikasi antara metanol dengan asam laktat merupakan reaksi berorde satu. Reaksi esterifikasi ini berjalan pada suhu 100 °C didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan perbandingan mol 4:1 (metanol : asam laktat).

### 2.3 Tinjauan Termodinamika

Jika ditinjau secara termodinamika, diketahui:

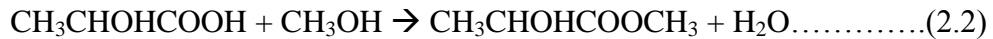
$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{ Metanol} = -238,40 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{ Asam Laktat} = -527,57 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{ Metil Laktat} = -528,20 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{f298}^{\circ} \text{ Air} = -285,83 \text{ kJ/mol}$$

Reaksi:



$$\begin{aligned} \Delta H_{f298}^{\circ} &= \Delta H_{f \text{ produk}}^{\circ} + \Delta H_{f \text{ reaktan}}^{\circ} \\ &= (\Delta H_{f \text{ ML}}^{\circ} + \Delta H_{f \text{ Air}}^{\circ}) - (\Delta H_{f \text{ AL}}^{\circ} + \Delta H_{f \text{ Me}}^{\circ}) \\ &= \{(-528,20) + (-285,83)\} - \{(-527,54) + (-238,40)\} \\ &= -48,06 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Reaksi esterifikasi antara Metanol dengan Asam adalah reaksi eksotermis, karena  $\Delta H^{\circ}$  bernilai negatif.

Diketahui:

$$\Delta G_{298}^{\circ} \text{ Metanol} = -430,62 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} \text{ Asam Laktat} = -179,28 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} \text{ Metil Laktat} = -390,38 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} \text{ Air} = -237,13 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{298}^{\circ} &= \Delta G_{\text{produk}}^{\circ} - \Delta G_{\text{reaktan}}^{\circ} \\ &= \{(-390,38) + (-237,13)\} - \{(-430,62) + (-179,28)\} \\ &= -17,61 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Pada  $T = 298,15 \text{ K}$ , maka konstanta kesetimbangannya :

$$\ln K = \frac{\Delta G}{RT}$$

$$\ln K = - \frac{17610 \frac{J}{mol}}{8,314 \frac{J}{mol} \times 298,15 \text{ K}}$$

$$\ln K = 7,1042$$

$$K = 1217,0680$$

Untuk harga tetapan kesetimbangan pada  $T = 353,15 \text{ K}$

$$\ln \left( \frac{K}{k} \right) = \frac{\Delta H^{\circ}}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{K}{1217,0680} = - \frac{48060 \frac{J}{mol}}{8,314 \frac{J}{mol.K}} \left( \frac{1}{353,15} - \frac{1}{298,15} \right)$$

$$\ln \left( \frac{K}{1217,068} \right) = 5780,6112 \times 5,22 \times 10^{-4}$$

$$\ln \left( \frac{K}{1217,068} \right) = 3,0193$$

$$\frac{K}{1217,068} = 20,482$$

$$K = 2,4928 \times 10^4$$

Harga K jauh melebihi nilai 1, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa reaksi esterifikasi Metanol dengan Asam Laktat adalah reaksi dapat balik, karenanya pengaruh kesetimbangan perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil reaksi yang optimal.

## 2.4 Langkah Proses

Proses pembuatan Metil Laktat dengan reaksi esterifikasi yang menggunakan bahan baku Metanol dan Asam Laktat dapat dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

### 1. Penyiapan Bahan Baku

Metanol dan Asam Laktat dari tangki penyimpanan dipompa ke tangki *mixer*. Produk dari *mixer* kemudian dipanaskan dengan *heat exchanger* sampai suhu 100 °C, diumpankan secara kontinyu ke dalam reaktor.

### 2. Reaksi Esterifikasi dalam Reaktor

Reaksi esterifikasi terjadi dalam fase cair pada sebuah reaktor CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) yang tersusun seri dengan katalisator Asam Sulfat. Kondisi operasi reaktor dengan suhu 100 °C dan tekanan 2,4 atm. Reaksi bersifat eksotermis, untuk itu agar suhu reaksi dapat dijaga konstan maka pada reaktor dipasang koil pendingin yang dialiri air pendingin. Produk reaktor adalah Metil Laktat, Asam Sulfat, sisa reaktan dari Metanol, dan Asam laktat serta produk samping air.

### 3. Pemisahan dan Pemurnian Hasil

Asam Sulfat yang keluar dari reaktor dipisahkan dari produk reaktor yang lain dengan cara pemisahan berdasarkan titik didih yaitu dengan menara distilasi-1. Hasil bawah yang merupakan Asam Sulfat diumpankan kembali ke reaktor. Hal ini dimaksudkan agar Produk Metil Laktat terpisah dengan katalis Asam Sulfat. Setelah itu hasil atas menara disitasi-1 diumpankan ke menara distilasi-2 pada suhu 83 °C dan tekanan 1,4 atm. Hasil atas menara distilasi-2 berupa Metanol, Asam Laktat, dan Air selanjutnya diumpankan ke menara distilasi-3. Hasil bawah menara distilasi-2 merupakan Produk yaitu Metil Laktat sebesar 98,2 %, Asam Laktat 1,7 %, dan Asam Sulfat sebesar 0,000081% selanjutnya diumpankan dengan pompa ke tangki produk (F-104). Hasil atas menara distilasi-3 dialirkan ke *mixer*. Hasil bawah menara distilasi-3 dialirkan ke menara distilasi-4. Pada menara distilasi-4 didapat hasil bawah yaitu Asam Laktat yang diumpankan kembali ke *mixer*, dan hasil atas merupakan Air, Metanol, dan Asam laktat disimpan dalam tangki penyimpanan.

### 3. SPESIFIKASI ALAT

#### 3.1. Mixer

Kode	: M-101						
Tugas	: Tempat berlangsungnya pencampuran antara Asam Laktat dan Metanol						
Tipe	: Silinder vertikal dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>						
Bahan	: <i>Stainless Steel 410</i>						
Jumlah	: 1						
Waktu tinggal	: 15 menit						
Tekanan	: 1 atm						
Suhu	: 65,793 °C						
Spesifikasi	: <table> <tr> <td>Volume</td><td>: 19,436 m<sup>3</sup></td></tr> <tr> <td>Diameter</td><td>: 2,915 m</td></tr> <tr> <td>Tinggi</td><td>: 3,235 m</td></tr> </table>	Volume	: 19,436 m <sup>3</sup>	Diameter	: 2,915 m	Tinggi	: 3,235 m
Volume	: 19,436 m <sup>3</sup>						
Diameter	: 2,915 m						
Tinggi	: 3,235 m						

Pengaduk	: Jenis	: turbin
	Diameter	: 0,9715 m
	Lebar	: 0,615 m
	Tinggi	: 2,429 m
	Kecepatan	: 214,812 rpm
	Power	: 12,281 Hp

### 3.2. Reaktor

Kode	: R-101
Tugas	: Mereaksikan Metanol dan Asam Laktat dengan katalis Asam Sulfat
Tipe	: <i>CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor)</i>
Jumlah	: 1
Bahan	: <i>Stainless Steel 410</i>
Spesifikasi	:
• Kondisi	: Suhu : 100°C Tekanan : 2,4 atm
• Dimensi	: Diameter : 1,5131 m Tinggi : 2,0309 m Tebal Shell : 0,0048 m Lebar baffle : 0,1513 m
• Pengaduk	: Jenis : turbin Diameter : 0,5044 m Lebar : 0,1261 m Tinggi : 0,1009 m Kecepatan : 128,8218 rpm Power : 1 Hp
• Head	: Jenis : Tebal : 0,0048 m
Volume	: 3,4885 m <sup>3</sup>
Pendingin	: Fungsi : Tipe : koil

Media pendingin : air  
 Diameter : 2 in  
 Tinggi lilitan koil : 0,5913 m  
 Jumlah putaran koil : 6 putaran  
 Diameter putaran koil: 0,0604 m

### 3.3. Menara Distilasi 1

Kode : D-101  
 Tugas : Memisahkan Asam Sulfat dengan Metil Laktat  
 Tipe : *Sieve tray*  
 Bahan : *Stainless Steel 410*  
 Jumlah plate : 27  
 Spesifikasi :

- Kondisi operasi :
 

Puncak menara	: Suhu	: 83,27 °C
	Tekanan	: 1,4 atm
Umpan menara	: Suhu	: 93,78°C
	Tekanan	: 2 atm
Dasar menara	: Suhu	: 292,61°C
	Tekanan	: 2,2 atm
- Dimensi kolom :
 

Diameter menara	: 1,8814 m
Tinggi menara	: 11,1 m
Tebal shell	: 0,25 in
Tebal head	: 0,25 in
Tinggi head	: 0,3957 m

### 3.4. Menara Distilasi 2

Kode : D-102  
 Tugas : Menghasilkan produk Metil Laktat  
 Tipe : *Sieve tray*  
 Bahan : *Stainless Steel 410*  
 Jumlah plate : 18  
 Spesifikasi :

- Kondisi operasi :
 

Puncak menara	: Suhu	: 74,72°C
---------------	--------	-----------

- |              |         |            |
|--------------|---------|------------|
|              | Tekanan | : 1,2 atm  |
| Umpan menara | : Suhu  | : 83,28°C  |
|              | Tekanan | : 1,4 atm  |
| Dasar menara | : Suhu  | : 160,90°C |
|              | Tekanan | : 1,6 atm  |
- |               |                   |            |
|---------------|-------------------|------------|
| Dimensi kolom | : Diameter menara | : 2,4680 m |
|               | Tinggi menara     | : 10,5 m   |
|               | Tebal shell       | : 0,25 in  |
|               | Tebal head        | : 0,25 in  |
|               | Tinggi head       | : 0,5611 m |

### 3.5. Menara Distilasi 3

- |              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| Kode         | : D-103                         |
| Tugas        | : Memisahkan Metanol dengan Air |
| Type         | : <i>sieve tray</i>             |
| Jumlah plate | : 14                            |
| Bahan        | : <i>Stainless Steel 410</i>    |
| Spesifikasi  | :                               |
- |                 |                 |         |            |
|-----------------|-----------------|---------|------------|
| Kondisi operasi | : Puncak menara | : Suhu  | : 68,31°C  |
|                 |                 | Tekanan | : 1,1 atm  |
|                 | Umpan menara    | : Suhu  | : 74,72°C  |
|                 |                 | Tekanan | : 1,2 atm  |
|                 | Dasar menara    | : Suhu  | : 121,23°C |
|                 |                 | Tekanan | : 1,4 atm  |
- |               |                   |             |
|---------------|-------------------|-------------|
| Dimensi kolom | : Diameter menara | : 0,9258 m  |
|               | Tinggi menara     | : 7,5 m     |
|               | Tebal shell       | : 0,1875 in |
|               | Tebal head        | : 0,1875 in |
|               | Tinggi head       | : 0,2204 m  |

### 3.6. Menara Distilasi 4

- |       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| Kode  | : D-104                          |
| Tugas | : Memisahkan Asam Laktat dan Air |

- Tipe : *Sieve tray*
- Jumlah plate : 18
- Spesifikasi :
- Kondisi operasi :
 

Puncak menara	: Suhu	: 105,15°C
	Tekanan	: 1,2 atm
Umpan menara	: Suhu	: 121,20°C
	Tekanan	: 1,4 atm
Dasar menara	: Suhu	: 216,40°C
	Tekanan	: 1,6 atm
  - Dimensi kolom :
 

Diameter menara	: 0,6547 m
Tinggi menara	: 8,7 m
Tebal shell	: ¼ in
Tebal head	: 0,25 in
Tinggi head	: 0,6415 m

#### 4. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

##### 4.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik adalah penyediaan utilitas. Dalam pabrik ini, utilitas yang diperlukan meliputi (Mc Cabe, 1985):

##### 1. Unit penyediaan dan pengolahan air.

Berfungsi sebagai air pendingin, air umpan boiler, dan air sanitasi.

##### 2. Unit Pembangkit *Steam*

Digunakan untuk proses pemanasan di Reaktor, Reboiler, Heat Exchanger, Kristaliser.

##### 3. Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik. Alat penyediaan udara tekan berupa Kompresor, Kondenser dan tangki udara.

##### 4. Unit Pembangkit Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun untuk penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan *generator* sebagai cadangan apabila listrik PLN mengalami gangguan.



5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Menyediakan bahan bakar untuk *Boiler* dan *generator*.

6. Unit Pengolahan Limbah

Berfungsi untuk mengolah limbah pabrik baik yang berupa padat, cair maupun gas.

7. Unit Laboratorium

Unit laboratorium berfungsi untuk menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Selain itu, mempunyai peran untuk menganalisis bahan baku, analisis proses dan analisis kualitas produk.

**6. ANALISIS EKONOMI**

Pabrik Metil Ester digolongkan pabrik memiliki kondisi operasi yang tinggi yaitu pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 2,4 atm. Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan sebelum pajak Rp 96.539.200.568,50 per tahun  
Keuntungan setelah pajak Rp 67.577.440.397,95 per tahun
2. ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak 32,12%  
ROI sesudah pajak 22,48%  
ROI sebelum pajak untuk pabrik berisiko tinggi minimal 11 %.
3. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak 2,37 tahun  
POT sesudah pajak 3,08 tahun  
POT sebelum pajak untuk pabrik berisiko tinggi maksimal 5 tahun.
4. BEP (*Break Even Point*) adalah 44,4% dan SDP (*Shut Down Point*) adalah 23,79%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40 % - 60%
5. IRR (*Internal Rate of Return*) adalah 41,5%
6. Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, BEP, dan IRR untuk pabrik berisiko tinggi dikarenakan tekanan operasinya di atas tekanan atmosfer namun perhitungannya memenuhi standar, sehingga pabrik Metil Laktat ini layak untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanty, N., 2009. "Prarancangan Pabrik Pembuatan Pabrik Phenol dari Cumene Hidroperoksida dengan Katalis Asam Sulfat dengan Kapasitas 5.000 ton/tahun". Tugas Akhir, Departemen Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Aries, R., dan Newton, R. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company
- Bangun, Darwin. 1989. Manajemen Perusahaan. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Rektorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Brown, G.G. 1950. *Unit Operations*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Brownell, L.E. dan Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Coulson, J.M. dan Richardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering Vol. 6*. Oxford: Pergamon Press.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., dan Clark, R.L. 1957. *Industrial Chemistry*. London: John Wiley and Sons.
- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport Processes and Unit Operations*. Tokyo: Prentice-Hall Internacional.
- Hendrawan, D, 2005. Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta. Jurnal Makara Teknologi Vol 9.
- Kern, D.Q., 1950. *Process Heat Transfer*. New York: Mc. Graw-Hill International Book Company Inc.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: The Interscience Encyclopedia Inc.
- Mc Cabe, Smith dan Harriot. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Nugroho, Riant. 2014. *Public Policy*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. New York: McGraw Hill.
- Perry, R. H., dan Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers* (7th ed.). USA: McGraw Hill Companies Inc.

- Ralph, A.Troupe. dan Kenneth A.Kobe. 1950. *Kinetics of Methanol-Lactic Acid Reaction*, Vol. 42
- Rase, H.F. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plants*. Canada:Wiley Interscience.
- Rustaman, N., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S. A., Achmad, Y., Subekti, R., Rochintaniawati, D., dan Nurjhani, M. 2003. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Bandung : Jur. Pend. Biologi FMIPA UPI.
- Smith, J.M. dan Van Ness, H.C. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th ed*. New York: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Susmit, S. Bapat., Clint, P. Aichele., dan Karen, A. High. 2014. *Development of A Suistanable Process for The Production of Polymer Grade Lactic Acid*. Vol. 2
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Esterifikasi>. Diakses pada tanggal 7 Agustus 2016.
- <http://www.badanusaha.com/perseroan-terbatas-pt>. Diakses pada tanggal 12 September 2016.
- [http://tekim.undip.ac.id/v1/wp-content/.../CEPCI\\_2008\\_2015.pdf](http://tekim.undip.ac.id/v1/wp-content/.../CEPCI_2008_2015.pdf). Diakses pada tanggal 12 September 2016.
- <http://www.bps.go.id>. Diakses pada tanggal 26 Februari 2015.
- <http://www.chemeo.com>. Diakses pada tanggal 24 Mei 2015.
- <http://www.chemicalbook.com/ChemicalProduct>. Diakses pada tanggal 26 Februari 2015.
- [http://www.china-musashino.com/product\\_en.html](http://www.china-musashino.com/product_en.html). Diakses pada tanggal 24 Mei 2015.
- <http://www.indoacid.com/insideus.htm>. Diakses pada tanggal 24 Mei 2015.
- <http://www.kaltimmethanol.com/product.html>. Diakses pada tanggal 24 Mei 2015.
- <http://www.matche.com/equipmentcost/html>. Diakses pada tanggal 25 Agustus 2016.